

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報 (B 2)

(11)特許番号

特許第 3 1 0 6 9 8 5 号

(P 3 1 0 6 9 8 5)

(45)発行日 平成12年11月6日(2000.11.6)

(24)登録日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51)Int. Cl.⁷

識別記号

F I

H 0 4 N 7/30

H 0 4 N 7/133

Z

G 0 6 T 1/00

G 0 6 T 1/00

5 0 0 B

G 1 1 B 20/10

G 1 1 B 20/10

H

H 0 4 N 1/387

H 0 4 N 1/387

1/44

1/44

請求項の数 6

(全 1 1 頁)

最終頁に続く

(21)出願番号

特願平8-345487

(22)出願日

平成8年12月25日(1996.12.25)

(65)公開番号

特開平10-191330

(43)公開日

平成10年7月21日(1998.7.21)

審査請求日

平成8年12月25日(1996.12.25)

(73)特許権者 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 若州 豊

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 100082935

弁理士 京本 直樹 (外2名)

審査官 前田 典之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電子すかし挿入装置及び検出装置

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 原画像にDCTを施し、周波数領域のデータ $f(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) に変換する変換手段と、

前記周波数領域のデータに対して量子化を行う量子化手段と、

前記量子化後のデータ $f(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) の部分平均と、予め定められた電子すかしデータ $w(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) とを要素 (i) 毎に乗算し、この乗算結果を定数 (α) 倍した結果を要素 (i) 毎に前記量子化後のデータ $f(i)$ に加えることにより、電子すかし入りデータ $F(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) を求める電子すかし挿入手段と、

前記電子すかし入りデータを圧縮符合化する符合化手段とから構成されることを特徴とする電子すかし挿入装

2

置。

【請求項2】 前記データ $f(i)$ の部分平均が、 $(|f(i-1)| + |f(i)| + |f(i+1)|) / 3$ であることを特徴とする請求項1記載の電子すかし挿入装置。

【請求項3】 原画像にDCTを施し、周波数領域のデータ $f(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) に変換し、前記周波数領域のデータに対して量子化を行う量子化し、前記量子化後のデータ $f(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) の部分平均と、予め定められた電子すかしデータ $w(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) とを要素 (i) 毎に乗算し、この乗算結果を定数 (α) 倍した結果を要素 (i) 毎に前記量子化後のデータ $f(i)$ に加えることにより、電子すかし入りデータ $F(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) を求め、前記電子すかし入りデータを圧縮符合化すること

より得られたデータが供給される電子すかし検出装置であり、
前記圧縮符合化されたデータを復号化する復号手段と、
前記復号化されたデータ $F(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) を逆量子化する逆量子化手段と、前記逆量子化されたデータに対して逆 DCT を施し原画像を復元する逆 DCT 手段と、前記 $F(i)$ を前記 $F(i)$ の部分平均で除した値と前記電子すかしデータとの統計的類似度を算出することにより前記電子すかしの有無を判定する電子すかし検出手段とから構成されることを特徴とする電子すかし検出装置。

【請求項 4】 前記データ $f(i)$ の部分平均が、 $(|f(i-1)| + |f(i)| + |f(i+1)|) / 3$ であり、前記 $F(i)$ の部分平均が、 $|F(i-1)| + |F(i)| + |F(i+1)| / 3$ であることを特徴とする請求項 3 記載の電子すかし検出装置。

【請求項 5】 原画像に DCT を施し、周波数領域のデータ $f(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) に変換する変換手段と、前記データ $f(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) の部分平均と、予め定められた電子すかしデータ $w(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) とを要素 (i) 毎に乗算し、この乗算結果を定数 (α) 倍した結果を要素 (i) 毎に前記データ $f(i)$ に加えることにより、電子すかし入りデータ $F(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) を求める電子すかし挿入手段と、前記 $F(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) に対して量子化幅 $Q(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) で量子化を行う量子化手段と、前記量子化後のデータを圧縮符合化する符合化手段とから構成される電子すかし挿入装置において、

前記データ $f(i)$ の部分平均は、
 $(V(i-1) + V(i) + V(i+1)) / 3$
(ただし、
 $V(i-1) = |f(i-1) / Q(i-1)|$ の整数部 $\times Q(i-1)$ |
 $V(i) = |f(i) / Q(i)|$ の整数部 $\times Q(i)$ |
 $V(i+1) = |f(i+1) / Q(i+1)|$ の整数部 $\times Q(i+1)$ |)
であることを特徴とする電子すかし検出装置。

【請求項 6】 原画像に DCT を施し、周波数領域のデータ $f(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) に変換し、前記データ $f(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) の部分平均と、予め定められた電子すかしデータ $w(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) とを要素 (i) 毎に乗算し、この乗算結果を定数 (α) 倍した結果を要素 (i) 毎に前記量子化後のデータに加えることにより、電子すかし入りデータ $F(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) を求め、前記 $F(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) に対して量子化幅 $Q(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) で量子化を行い、前記量子化後のデータを圧縮符合化し、

前記データ $f(i)$ の部分平均は、
 $(V(i-1) + V(i) + V(i+1)) / 3$
(ただし、
 $V(i-1) = |f(i-1) / Q(i-1)|$ の整数部 $\times Q(i-1)$ |
 $V(i) = |f(i) / Q(i)|$ の整数部 $\times Q(i)$ |
 $V(i+1) = |f(i+1) / Q(i+1)|$ の整数部 $\times Q(i+1)$ |)
である電子すかし検出装置であり、
前記圧縮符合化されたデータを復号化する復号手段と、
前記復号化されたデータ $F(i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) を逆量子化する逆量子化手段と、前記逆量子化されたデータに対して逆 DCT を施し原画像を復元する逆 DCT 手段と、前記 $F(i)$ を前記 $F(i)$ の部分平均
 $(|F(i-1)| + |F(i)| + |F(i+1)|) / 3$ で除した値と前記電子すかしデータとの統計的類似度を算出することにより前記電子すかしの有無を判定する電子すかし検出手段とから構成されることを特徴とする電子すかし検出装置。

【発明の詳細な説明】
【0001】
【発明の属する技術分野】本発明はデジタル画像の分野に関し、特にデジタル画像に特殊な情報を持つ識別データを埋め込む技術に関する。
【0002】
【従来の技術】近年、デジタル画像の違法な複製が問題となっている。
【0003】違法な複製を防止するために、デジタル画像データを暗号化し、正当な暗号解読キーを持つ再生システムのみが、暗号化されたデジタル画像データを再生できるシステムが考えられている。しかし、ひとたび暗号を解読されてしまうと、以降の複製を防止することは出来ない。
【0004】そこで、デジタル画像の不正な使用、及び複製を防止するために、デジタル画像そのものに特殊な情報（以下この情報のことを電子すかしデータと呼ぶ）を埋め込む方法が考えられている。
【0005】このような、デジタル画像に対する電子すかしデータとして、可視な電子すかしデータ、及び不可視な電子すかしデータの 2 種類が考えられている。
【0006】可視な電子すかしデータは、画像に対して特殊な文字、あるいは記号等を合成して視覚的に感知できるようにしたものであり、画質の劣化を招くが、デジタル画像の使用者に対して、不正な流量の防止を視覚的に訴える効果がある。
【0007】可視な電子すかしデータの埋め込みの一例が、特開平 8-241403 号公報に示されている。この方法においては、元になる画像に対して可視な電子すかしデータを合成する際、電子すかしデータの不透明な

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はデジタル画像の分野に関し、特にデジタル画像に特殊な情報を持つ識別データを埋め込む技術に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、デジタル画像の違法な複製が問題となっている。

【0003】違法な複製を防止するために、デジタル画像データを暗号化し、正当な暗号解読キーを持つ再生システムのみが、暗号化されたデジタル画像データを再生できるシステムが考えられている。しかし、ひとたび暗号を解読されてしまうと、以降の複製を防止することは出来ない。

【0004】そこで、デジタル画像の不正な使用、及び複製を防止するために、デジタル画像そのものに特殊な情報（以下この情報のことを電子すかしデータと呼ぶ）を埋め込む方法が考えられている。

【0005】このような、デジタル画像に対する電子すかしデータとして、可視な電子すかしデータ、及び不可視な電子すかしデータの 2 種類が考えられている。

【0006】可視な電子すかしデータは、画像に対して特殊な文字、あるいは記号等を合成して視覚的に感知できるようにしたものであり、画質の劣化を招くが、デジタル画像の使用者に対して、不正な流量の防止を視覚的に訴える効果がある。

【0007】可視な電子すかしデータの埋め込みの一例が、特開平 8-241403 号公報に示されている。この方法においては、元になる画像に対して可視な電子すかしデータを合成する際、電子すかしデータの不透明な

部分に対応する画素の輝度のみを変化させ、色成分は変化させないようにして電子すかしデータを原画像に合成している。この際、画素の輝度成分の変化させるスケーリング値は、色成分、乱数、電子すかしデータの画素の値等によって決定されている。

【0008】また、不可視な電子すかしデータは、画質を劣化させないように配慮して、電子すかしデータを画像に埋め込んだものであり、画質の劣化がほとんど無いため視覚的には感知できないことが特徴である。

【0009】しかし、この電子すかしデータとして著作権者の識別が可能な特殊な情報を埋め込んでおけば、違法な複製が行われた後でも、この電子すかしデータを検出することにより著作権者を特定することが可能である。また、複製不可情報を埋め込んでおけば、例えば再生装置がその複製不可情報を検出した際に、使用者に複製禁止データであることを通知したり、再生装置内の複製防止機構を動作させて、VTR等への複製を制限することが可能である。

【0010】不可視な電子すかしデータの、デジタル画像への埋め込み方法の一つとしては、画素データのLSB等の画質への影響の少ない部分に電子すかしデータとして特殊な情報を埋め込む方法がある。しかし、この方法では、画像から電子すかしデータを容易に取り除くことができる。例えば、低域通過フィルタを用いれば画素のLSBの情報は失われることになり、また、画像圧縮処理はこのような画質に影響の少ない部分の情報量を落とすことによりデータ量の削減をはかっているため、画像圧縮処理を施すことによっても、電子すかしデータは失われる。従って、電子すかしデータの再検出が困難となる。

【0011】また、他の例が、特開平6-315131号公報に示されている。

【0012】この例においては、連続するフレームの画像の相関を利用して、再生時に周辺の領域で置き換えても画像の劣化を生じない領域を検出し、変換対象領域のレベルを変換して特定の情報を埋め込む方法である。この方法においては、再生時に、信号欠落部分と交換情報を用いて識別データを埋め込んだ領域を特定し、その部分を補正する事によって画像を復元している。

【0013】また他の例として、特開平5-30466号公報には、映像信号を周波数変換し、周波数変換後の映像信号の周波数帯域よりも低い周波数信号を持つ情報を埋め込む方法が示されている。この方法においては、広域通過フィルタを用いてもとの映像信号を取り出し、低域通過フィルタを用いて埋め込んだ識別データを取り出している。

【0014】また、画像を周波数変換する他の例として、画像を周波数変換し、周波数変換後の映像信号の周波数成分の強い領域に電子すかしデータを埋め込む方法が提案されている（日経エレクトロニクス 1996. 50

4. 22 (no. 660) 13ページ)。

【0015】この方法においては、周波数成分に電子すかしデータを埋め込むので、圧縮処理やフィルタリング等の画像処理に対しても電子すかしデータが失われることはない。さらに、電子すかしデータとして正規分布に従う乱数を採用することで、電子すかしデータ同士の干渉を防ぎ、画像全体に大きな影響を及ぼすことなく電子すかしデータを破壊することを困難にしている。

【0016】この方法における電子すかしデータの埋め込み方法は、図5に示すように元の画像501をDCT（離散コサイン変換）変換器502を用いて周波数成分に変換する。そして周波数領域で高い値を示すデータを n 個選び、 $f(1)$ 、 $f(2)$ 、 \dots 、 $f(n)$ とし、電子すかしデータ503($w(1)$ 、 $w(2)$ 、 \dots 、 $w(n)$)を平均0分散1である正規分布より選び、電子すかしデータ挿入器504で $F(i) = f(i) + \alpha \times |f(i)| \times w(i)$ を各 i について計算する。ここで α はスケーリング要素である。最後に $f(i)$ の代わりに $F(i)$ を置き換えた周波数成分を含むDCT変換係数を逆DCT変換器509で逆変換し、電子すかしデータが埋め込まれた画像を得る。

【0017】電子すかしデータの検出は以下の方法で行う。この検出方法においては、元の画像、及び電子すかしデータ候補 $w(i)$ （但し $i=1, 2, \dots, n$ ）が既知でなければならない。

【0018】図6に示したとおり、まず、原画像601及び電子すかしデータ入り画像602を、DCT変換器603、604を用いて周波数成分に変換する。周波数領域において、電子すかしデータを埋め込んだ f

(1)、 $f(2)$ 、 \dots 、 $f(n)$ に対応する要素の値を $F(1)$ 、 $F(2)$ 、 \dots 、 $F(n)$ とする。電子すかしデータ抽出器605は、 $f(i)$ 、及び $F(i)$ により、電子すかしデータ $W(i)$ を $W(i) = (F(i) - f(i)) / f(i)$ により計算して抽出する。次に内積計算器608は、 $w(i)$ と $W(i)$ の統計的類似度をベクトルの内積を利用して、 $C = W \times w / (WD \times wD)$ により計算する。ここで、 $W = (W(1), W(2), \dots, W(n))$ 、 $w = (w(1), w(2), \dots, w(n))$ 、 $WD =$ ベクトル W の絶対値、 $wD =$ ベクトル w の絶対値である。統計的類似度判定器610は、統計的類似度 C がある特定の値以上である場合には該当電子すかしデータが埋め込まれていると判定する。

【0019】上記の方法を用いて電子すかしデータを画像に埋め込んでおけば、原画像を所有している著作権者が、違法な複製と思われるデジタル画像データに対して検出処理を行う場合に有効である。

【0020】上記の方法は、原画像が必要であるため、違法な複製と思われる画像データに対して原画像を所有している著作権者が検出処理を行う場合には可能である

が、各端末の再生装置では、原画像が無いために電子すかしデータの検出処理を行うことが出来ない。そこで上記の方法を端末処理、特にMPEGシステム向けに改良した方法が提案されている。

【0021】この方法においては、元の画像を8ピクセル×8ピクセルのブロックに分割し、このブロックを処理単位として、電子すかしデータの埋め込み、及び抽出処理を行う。

【0022】電子すかしデータの埋め込み処理は、まず、MPEG符号化処理の、離散コサイン変換が終わった後の周波数領域でAC成分の周波数成分の低いものから順に、 $f(1)$ 、 $f(2)$ 、 \dots 、 $f(n)$ とし、電子すかしデータ $w(1)$ 、 $w(2)$ 、 \dots 、 $w(n)$ を平均0、分散1である正規分布より選び、 $F(i) = f(i) + \alpha \times \text{avg}(f(i)) \times w(i)$ を各 i について計算する。ここで、 α はスケーリング要素であり、 $\text{avg}(f(i))$ は $f(i)$ の近傍3点の絶対値の平均を取った部分平均である。そして、 $f(i)$ の代わりに $F(i)$ を置き換えてMPEG符号化処理の後続の処理を行う。

【0023】電子すかしデータの検出は以下の方法で行う。この検出方法においては、元の画像は必要ではなく、データ候補 $w(i)$ （但し $i=1, 2, \dots, n$ ）が既知であればよい。

【0024】MPEG伸張処理の逆量子化が終わった後のブロックの周波数領域において、周波数成分の低いものから順に、 $F(1)$ 、 $F(2)$ 、 \dots 、 $F(n)$ とする。 $F(i)$ の近傍3点の絶対値の平均値を部分平均 $\text{avg}(F(i))$ として、電子すかしデータ $W(i)$ を $W(i) = F(i) / \text{avg}(F(i))$ により計算し、さらに1画像分の $W(i)$ の総和 $WF(i)$ を i 毎に各々計算する。次に、 $w(i)$ と $WF(i)$ の統計的類似度をベクトルの内積を利用して、 $C = WF \times w / (WF D \times w D)$ により計算する。ここで、 $W = (WF(1), WF(2), \dots, WF(n))$ 、 $w = (w(1), w(2), \dots, w(n))$ 、 $WF D =$ ベクトル WF の絶対値、 $w D =$ ベクトル w の絶対値である。統計的類似度 C がある特定の値以上である場合には該当電子すかしデータが埋め込まれていると判定する。

【0025】

【発明が解決しようとする課題】特開平6-315131号公報に示される例においては、全てのフレームに電子すかし情報が埋め込まれないので、電子すかしを埋め込まれていないフレームに対しては、違法な複製を防止することは出来ない。また、連続するフレームが静止画であり、連続するフレームに変化が無いことを前提にしているため、動きの激しい動画においては、電子すかしデータを埋め込む領域を特定できないため、電子すかしデータを埋め込むことが出来ない。

【0026】また、特開平5-30466号公報に示さ

れる例においては、画像の周波数変換後の周波数領域よりも低い部分に電子すかしデータを埋め込むため、広域通過フィルタを用いて電子すかしデータを除去することが容易に可能である。

【0027】また、周波数変換後の周波数成分の強い部分に電子すかしデータを埋め込む例では、フィルタ等によって電子すかしを取り除くことは出来ないが、DCT処理の後に挿入された電子すかしデータは、量子化の処理において、消失してしまう場合がある。なぜなら、DCT後の各周波数成分の値は、量子化の処理において、一定の範囲の値は特定の代表値に変換されるからである。

【0028】従って、量子化の作用によって、挿入時の近傍3点の部分平均 $\text{avg}(f(i))$ と検出時の近傍3点の部分平均 $\text{avg}(F(i))$ の値が大きく異なる場合があり、この際には抽出した電子すかしデータと、検出したい電子すかしデータの統計的類似度が小さくなり、誤った判定結果を引き起こす要因となる。

【0029】

20 【課題を解決するための手段】本発明の識別データ（電子すかしデータ）挿入方式においては、画像を周波数成分に変換し、周波数成分の強い部分に電子すかしデータを埋め込む場合の検出率の向上を図るものであり、量子化によってDCT係数が丸められることを考慮して、電子すかしデータの挿入と検出を行う。

【0030】第1の手段としては、DCT処理と量子化処理の間で電子すかしデータを挿入するのではなく、量子化後に電子すかしデータを挿入処理を行い、検出時には逆量子化の前に電子すかしデータの検出処理を行う。

30 【0031】第2の手段としては、従来方式と同様にDCT処理と量子化処理の間で電子すかしデータを挿入する場合において、部分平均を算出する際に、量子化テーブルの対応する値で除算した整数値にさらに量子化テーブルの対応する値を乗算した値の絶対値を使用する。

【0032】本発明の識別データ挿入方式では、量子化によるデータのまるめを考慮して電子すかしデータの挿入及び検出処理を行っている。このため、統計的類似度をより正確に算出することが可能である。

【0033】

40 【発明の実施の形態】次に、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0034】まず、本発明の第1の実施形態について図1及び図2を参照して説明する。

【0035】図1を参照すると、本発明の第1の実施形態の電子すかしデータ挿入方式は、電子すかしデータを挿入する対象となる現画像101、現画像から8×8画素のブロック102を抜き出してDCT（離散コサイン変換）演算を行うDCT演算器103、DCT演算器103から出力されるデータに対して量子化を行う量子化器104、量子化器104が量子化を行う際に参照する

量子化テーブル 105、挿入する電子すかしデータ 106、量子化後のデータに電子すかしデータ 106 を挿入する電子すかしデータ挿入器 107、電子すかしデータ挿入器 107 が出力するデータを符号化する符号化器 113、及び符号化器 113 が生成する電子すかしデータ 106 が埋め込まれた MPEG データ 114 で構成する。

【0036】電子すかしデータ挿入器 107 は、量子化器 104 が出力するデータの近傍 3 点の部分平均を、 $avg(f(i)) = (|f(i-1)| + |f(i)| + |f(i+1)|) / 3$ により計算する部分平均計算器 108、電子すかしデータ 106 と部分平均計算器 108 の出力を要素毎に乗算する乗算器 110、挿入する電子すかしデータの大きさを変更するために使用する定数 109、乗算器 110 の出力の各要素に定数 109 を乗算する乗算器 111、乗算器 111 の出力と量子化器 104 の出力を要素毎に加算する加算器 112 で構成する。

【0037】電子すかしデータ挿入器 107 は以下の演算を行う。

【0038】 $F(i) = f(i) + avg(f(i)) \times w(i) \times \text{定数}$

但し、 $f(i)$ は量子化器 104 が出力するデータ、 $avg(f(i))$ は部分平均計算器が出力するデータ、 $w(i)$ は電子すかしデータ 106、定数は定数 109、 i は 8×8 画素のブロックのジグザグスキャン後の各要素の番号である。

【0039】図 2 を参照すると、本発明の第 1 の実施形態の電子すかしデータ検出方式は、電子すかしデータを検出する対象となる MPEG データ 201、MPEG データ 201 を復号する復号化器 202、復号化器 202 が出力するデータを逆量子化する逆量子化器 203、逆量子化器 203 が出力するデータに対して逆 DCT 演算を行う逆 DCT 演算器 204、逆 DCT 演算器 204 が出力する画像データ 205、復号化器 202 が出力するデータから電子すかしデータと思われるデータを出力する電子すかしデータ抽出器 206、電子すかしデータ検出器が出力する 8×8 画素ブロック単位のデータを各要素毎に 1 画面分加算する加算器 209、検出を行いたい電子すかしデータ 211、加算器 209 が出力するデータと検出したい電子すかしデータ 211 の内積を計算する内積計算器 210、内積計算器 210 が出力する統計的類似度 212 で構成する。

【0040】電子すかしデータ抽出器 206 は、復号化器 202 が出力する 8×8 画素のブロック単位のデータ

の近傍 3 点の部分平均を、 $avg(F(i)) = (|F(i-1)| + |F(i)| + |F(i+1)|) / 3$ により計算する部分平均計算器 207、復号化器 202 が出力するデータ $F(i)$ を部分平均計算器 207 が出力する部分平均 $avg(F(i))$ で除算する除算器 208 で構成する。

【0041】電子すかしデータ抽出器 206 は、以下の計算を行う。

【0042】 $W(i) = F(i) / avg(F(i))$
但し、 $F(i)$ は復号化器 202 が出力するデータ、 $avg(F(i))$ は部分平均計算器 207 が出力する部分平均、 $W(i)$ は電子すかしデータ抽出器 206 が出力する電子すかしデータを含んでいると思われるデータ、 i は 8×8 画素ブロックの各要素の番号である。

【0043】次に、本発明の第 1 の実施形態の電子すかしデータの挿入と検出に関する動作について、図 1 及び図 2 を参照して詳細に説明する。

【0044】まず始めに、電子すかしデータの挿入に関する説明を行う。

【0045】現画像 101 は通常の MPEG 圧縮の処理に基づいて、 8×8 画素のブロック毎に取り出され、取り出されたデータに対して DCT 演算器 103 が DCT 演算を行う。DCT 演算器 103 により DCT 演算されて周波数成分に変換されたデータは量子化テーブル 105 をもとに、量子化器 104 によって量子化される。電子すかしデータ挿入器 107 は、電子すかしデータ 106 を量子化器 104 が出力するデータに埋め込む。この際、電子すかしデータ挿入器 107 は以下の式と同等の処理を行う。

【0046】 $F(i) = f(i) + avg(f(i)) \times w(i) \times \text{定数}$

ただし、 i は 8×8 画素のブロックの周波数成分の要素番号を示し、 $w(i)$ は電子すかしデータ 106 の各要素の値、定数は定数 109、 $f(i)$ は 8×8 ブロックの各要素、 $avg(f(i))$ は各要素の近傍の絶対値の平均、すなわち、 $(|f(i-1)| + |f(i)| + |f(i+1)|) / 3$ であり、 $F(i)$ は電子すかしデータ 106 を挿入された新たな周波数成分である。

【0047】符号化器 113 は電子すかしデータ挿入器 107 が出力するデータ $F(i)$ を MPEG の処理に基づいて符号化し、電子すかしデータが埋め込まれた MPEG データ 114 を生成する。

【0048】次に、電子すかしデータの検出に関する説明を行う。

【0049】まず、検査対象となる MPEG データ 201 は、復号化器 202 によって MPEG の復号が行われる。復号化器 202 によって復号されたデータは、通常の MPEG のデコード処理によって、逆量子化器 203 によって逆量子化され、逆 DCT 演算器 204 によって逆 DCT 演算され、再生画像データ 205 として生成される。

【0050】電子すかしデータ抽出器 206 は、復号化器 202 によって復号されたデータを抜き出し、 $F(i) / avg(F(i))$ の計算を行い、埋め込まれている電子すかしデータと思われるデータの抽出を行

う。ここで、 $F(i)$ は復号化された 8×8 画素のブロックの周波数成分であり、 $\text{avg}(F(i))$ は部分平均 $(|F(i-1)| + |F(i)| + |F(i+1)|) / 3$ のことである。加算器 209 は電子すかしデータ抽出器 206 が出力する 8×8 画素ブロック単位の抽出データを各要素毎に 1 画面分の総和をとる。1 画面分の抽出データの総和が計算された後、内積計算器 210 は検出したい電子すかしデータ 211 との内積を計算し統計的類似度 212 を出力する。

【0051】この統計的類似度 212 が一定の値以上であれば、電子すかしデータ 211 と同等の電子すかしデータが MPEG データ 201 に埋め込まれていたものと判断する。

【0052】この際、この電子すかしデータ 211 が複製禁止を意味するものであれば、本すかしデータの検出方式を組み込んでいる再生装置は、生成された画像データ 205 に対して複製防止等の措置をとることが可能である。

【0053】次に本発明の第 2 の実施形態について、図 3 及び図 4 を参照して説明する。

【0054】図 3 を参照すると、本発明の第 2 の実施形態の電子すかしデータ挿入方式は、電子すかしデータを挿入する対象となる現画像 301、現画像から 8×8 画素のブロック 302 を抜き出して DCT 演算を行う DCT 演算器 303、挿入する電子すかしデータ 304、DCT 変換後のデータに電子すかしデータ 304 を挿入する電子すかしデータ挿入器 305、電子すかしデータ挿入器 305 から出力されるデータに対して量子化テーブル 312 を用いて量子化を行う量子化器 311、量子化*

$$\begin{aligned} V(i-1) &= |(f(i-1)/Q(i-1)) \text{ の整数部} \times Q(i-1)| \\ V(i) &= |(f(i)/Q(i)) \text{ の整数部} \times Q(i)| \\ V(i+1) &= |(f(i+1)/Q(i+1)) \text{ の整数部} \times Q(i+1)| \\ \text{avg}(f(i)) &= (V(i-1) + V(i) + V(i+1)) / 3 \end{aligned}$$

図 2 を参照すると、本発明の第 2 の実施形態の電子すかしデータ検出方式は、電子すかしデータを検出する対象となる MPEG データ 401、MPEG データ 401 を復号する復号化器 402、復号化器 402 が出力するデータを逆量子化する逆量子化器 403、逆量子化器 403 が出力するデータに対して逆 DCT 演算を行う逆 DCT 演算器 404、逆 DCT 演算器 404 が出力する画像データ 405、逆量子化器 403 が出力するデータから電子すかしデータと思われるデータを出力する電子すかしデータ抽出器 406、電子すかしデータ抽出器 406 が出力する 8×8 画素ブロック単位のデータを各要素毎に 1 画面分加算する加算器 409、検出を行いたい電子すかしデータ 411、加算器 409 が出力するデータと検出したい電子すかしデータ 411 の内積を計算する内積計算器 410、内積計算器 410 が出力する統計的類似度 412 で構成する。

【0059】電子すかしデータ抽出器 406 は、逆量子

*器 104 が量子化を行う際と電子すかしデータ挿入器 305 が部分平均を求める際に参照する量子化テーブル 312、量子化器 311 が出力するデータを符号化する符号化器 313、及び符号化器 113 が生成する、電子すかしデータ 304 が埋め込まれた MPEG データ 314 で構成する。

【0055】電子すかしデータ挿入器 305 は、量子化テーブル 312 を用いて DCT 演算器 303 が出力するデータの部分平均を求める部分平均計算器 306、部分平均計算器 306 の出力と電子すかしデータ 304 を各要素毎に乗算する乗算器 308、挿入する電子すかしデータの大きさを変更するために使用する定数 307、乗算器 308 が出力するデータに定数 307 を乗算する乗算器 309、DCT 演算器 303 が出力するデータと乗算器 309 が出力するデータを各要素毎に加算する加算器 310 で構成し、以下の計算式と同等の処理を行う。

$$【0056】F(i) = f(i) + \text{avg}(f(i)) \times w(i) \times \text{定数}$$

但し、 $f(i)$ は DCT 演算器 303 が出力するデータ、 $\text{avg}(f(i))$ は部分平均計算器 306 が出力するデータ、 $w(i)$ は電子すかしデータ 304、定数は定数 307、 i は DCT 演算器 303 が出力するデータをジグザグスキャンした後の要素の番号である。

【0057】ここで、電子すかしデータ挿入器 305 内部の部分平均計算器 306 は、DCT 演算器 303 が出力するデータの近傍 3 点の部分平均 $\text{avg}(f(i))$ を求める際に以下の計算式と同等の処理を行う。

【0058】

化器 403 が出力する 8×8 画素のブロック単位のデータの近傍 3 点の部分平均を、 $\text{avg}(F(i)) = (|F(i-1)| + |F(i)| + |F(i+1)|) / 3$ により計算する部分平均計算器 407、逆量子化器 403 が出力するデータ $F(i)$ を部分平均計算器 407 が出力する部分平均 $\text{avg}(F(i))$ で除算する除算器 408 で構成する。ここで、 $F(i)$ は逆量子化器 403 が出力する 8×8 画素ブロックの周波数成分、 i は 8×8 画素ブロックのジグザグスキャン後の各要素の番号である。

【0060】電子すかしデータ抽出器 406 は、以下の計算を行う。

【0061】 $W(i) = F(i) / \text{avg}(F(i))$
但し、 $F(i)$ は逆量子化器 404 が出力するデータ、 $\text{avg}(F(i))$ は部分平均計算器 407 が出力する部分平均、 $W(i)$ は電子すかしデータ抽出器 406 が出力する電子すかしデータを含んでいると思われるデー

タである。

【0062】次に、本発明の第2の実施形態の電子すかしデータの挿入と検出に関する動作について、図3及び図4を参照して詳細に説明する。

【0063】まず始めに、電子すかしデータの挿入に関する説明を行う。

【0064】現画像301は通常のMPEG圧縮の処理に基づいて、8×8画素のブロック302毎に取り出され、取り出されたデータに対してDCT演算器303がDCT演算を行う。電子すかしデータ挿入器305は、10 DCT演算されて周波数成分に変換されたデータに対し*

$$\begin{aligned} V(i-1) &= |(f(i-1)/Q(i-1)) \text{ の整数部} \times Q(i-1)| \\ V(i) &= |(f(i)/Q(i)) \text{ の整数部} \times Q(i)| \\ V(i+1) &= |(f(i+1)/Q(i+1)) \text{ の整数部} \times Q(i+1)| \\ \text{avg}(f(i)) &= (V(i-1) + V(i) + V(i+1)) / 3 \end{aligned}$$

である。

【0066】量子化器311は量子化テーブル312を参照して電子すかしデータが出力するデータに対して量子化処理を行い、符号化器312は量子化器311が出力するデータに対して符号化を行いMPEGデータ314を生成する。

【0067】次に、電子すかしデータの検出に関する説明を行う。

【0068】まず、検査対象となるMPEGデータ401は、復号化器402によってMPEGの復号処理を施される。復号化器402によって復号されたデータは、通常のMPEGのデコード処理によって、逆量子化器403によって逆量子化され、逆DCT演算器404によって逆DCT演算され、画像データ405として生成される。

【0069】電子すかしデータ抽出器406は、逆量子化器403によって復号されたデータを抜き出し、 $F(i)/\text{avg}(F(i))$ の計算を行い、埋め込まれている電子すかしデータと思われるデータの抽出を行う。ここで、 $F(i)$ は逆量子化器403が出力する8×8画素ブロック単位のジグザグスキャン後の各要素の値、 $\text{avg}(F(i))$ は部分平均($|F(i-1)| + |F(i)| + |F(i+1)|$) / 3のことである。加算器409は電子すかしデータ抽出器406が出力する8×8ブロック単位の抽出データを各要素毎に1画面分の総和をとる。1画面分の抽出データの総和が計算された後、内積計算器410は検出したい電子すかしデータ411との内積を計算し統計的類似度412を出力する。

【0070】この統計的類似度412がある一定の値以上であれば、電子すかしデータ411と同等の電子すかしデータがMPEGデータ401に埋め込まれていたものと判断する。

【0071】この際、この電子すかしデータ411が複製禁止を意味するものであれば、本すかしデータの検出 50

*て電子すかしデータ304を埋め込む。この際、電子すかしデータ挿入器305は以下の式と同等の処理を行う。

$$F(i) = f(i) + \text{avg}(f(i)) \times w(i) \times \text{定数}$$

ただし、 i は8×8画素のブロックのジグザグスキャン後の要素番号、 $f(i)$ はDCT変換後の各係数の値、 $w(i)$ は電子すかしデータ304の各要素の値、 $\text{avg}(f(i))$ は各要素の近傍の絶対値の平均、ここで

方式を組み込んでいる再生装置は、生成された画像データ405に対して複製防止等の措置をとることが可能である。

【0072】

【発明の効果】量子化後に電子すかしデータの挿入処理を行い、逆量子化の前に電子すかしデータの検出処理を行うことにより、量子化による電子すかしデータの消失が抑えられ、挿入時と検出時の部分平均の差異が小さくなるので、より正確な統計的類似度の値を求めることが可能である。このことにより、電子すかしデータの検出の精度が向上する。

【0073】また、従来方式と同じようにDCT処理と量子化処理の間で電子すかしデータを挿入する場合においては、部分平均を算出する際に、量子化テーブルの対応する値で除算した整数値にさらに量子化テーブルの対応する値を乗算した値を使用することにより、挿入時の部分平均の値と検出時の部分平均の差異が抑えられ、より正確に統計的類似度を求めることが可能となる。このことにより、電子すかしデータの検出の精度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の電子すかしデータの挿入方式を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施形態の電子すかしデータの検出方式を示すブロック図である。

【図3】本発明の第2の実施形態の電子すかしデータの挿入方式を示すブロック図である。

【図4】本発明の第2の実施形態の電子すかしデータの検出方式を示すブロック図である。

【図5】従来の電子すかしデータの挿入方式の一例を示すブロック図である。

【図6】従来の電子すかしデータの検出方式の一例を示すブロック図である。

【図7】従来の電子すかしデータの挿入方式の一例を示すブロック図である。

15

16

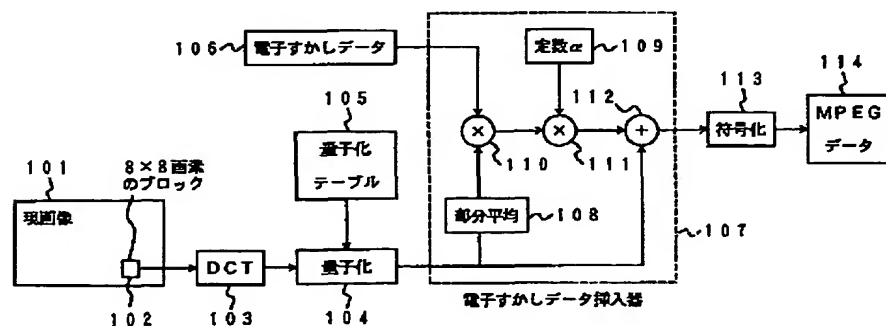
【図 8】従来の電子すかしデータの検出方式の一例を示すブロック図である。

【符号の説明】

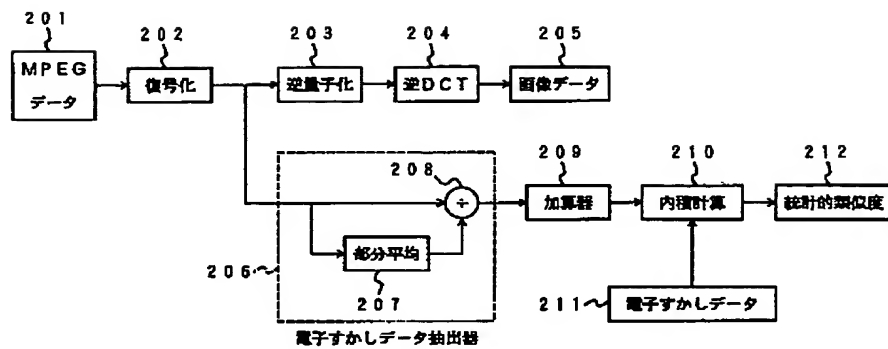
103 DCT演算器
 104 量子化器
 105 量子化テーブル
 107 電子すかしデータ挿入器
 108 部分平均計算器
 109 定数
 110, 111 乗算器
 112 加算器
 113 符号化器
 202 復号化器
 203 逆量子化器
 204 逆DCT演算器
 205 画像データ
 206 電子すかしデータ抽出器
 207 部分平均計算器
 208 除算器
 209 加算器
 210 内積計算器
 212 統計的類似度判定器
 303 DCT演算器
 305 電子すかしデータ挿入器
 306 部分平均検出器
 307 定数
 308, 309 乗算器
 310 加算器
 311 量子化器
 312 量子化テーブル
 313 符号化器
 402 復号化器
 403 逆量子化器
 404 逆DCT演算器
 406 電子すかしデータ抽出器

407 部分平均計算器
 408 除算器
 409 加算器
 410 内積計算器
 412 統計的類似度判定器
 502 DCT演算器
 504 電子すかしデータ挿入器
 505 定数
 506, 507 乗算器
 508 加算器
 509 逆量子化器
 603, 604 DCT演算器
 605 電子すかしデータ抽出器
 606 減算器
 607 除算器
 608 内積計算器
 610 統計的類似度判定器
 703 DCT演算器
 705 電子すかしデータ挿入器
 706 部分平均計算器
 707 定数
 708, 709 乗算器
 710 加算器
 711 量子化器
 712 量子化テーブル
 713 符号化器
 802 復号化器
 803 逆量子化器
 804 逆DCT演算器
 806 電子すかしデータ抽出器
 807 部分平均計算器
 808 除算器
 809 加算器
 810 内積計算器
 812 統計的類似度判定器

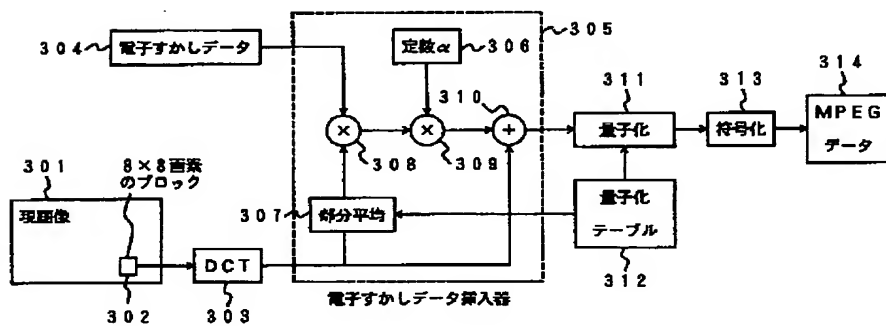
【図 1】



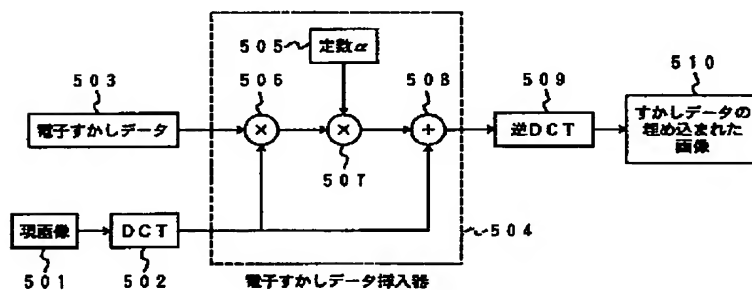
【図 2】



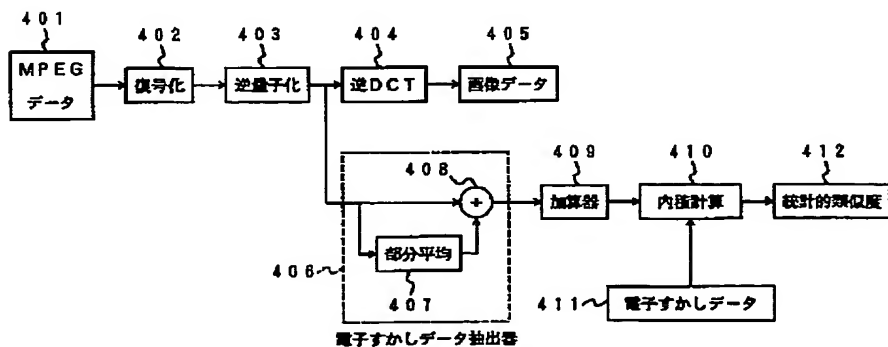
【図 3】



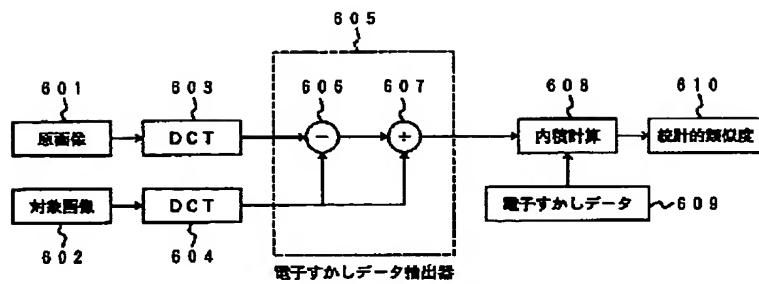
【図 5】



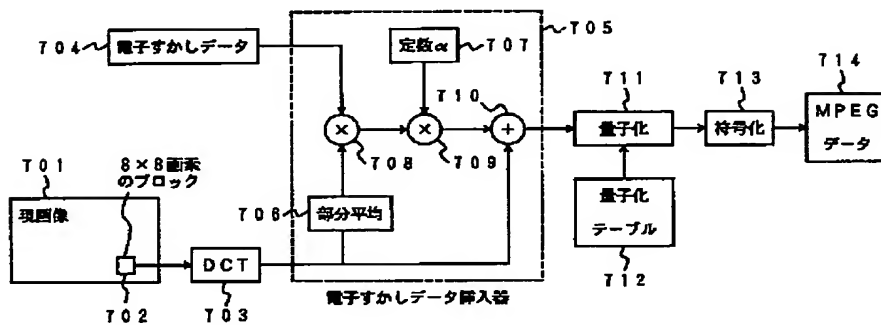
【図 4】



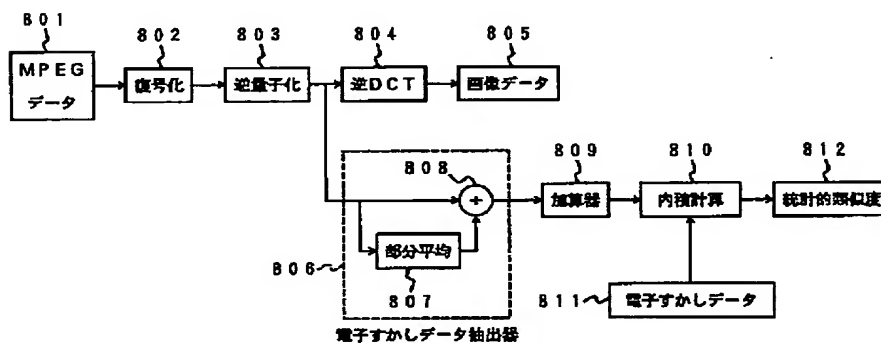
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

H 0 4 N 5/91
7/08
7/081
7/167

識別記号

F I

H 0 4 N 5/91
7/08
7/167

P
Z
Z

(56)参考文献 特開 平8-241403 (JP, A)
特開 平5-30466 (JP, A)
特開 平9-191394 (JP, A)
特開 平10-164349 (JP, A)
"A Secure, Robust
Watermark for Mult
imedia", Workshop o
n Information Hidi
ng, Newton Institut
e, Univ. of Cambridg
e, Ingemar J. Cox, Jo
e Kilian, Tom Leigh
ton and Talal Sham
oon, May 1996
"Embedding Robust
Labels Into Image
s for Copyright pr
otection", Proc. of
the Int. Congress o
n Intellectual Pro
perty Rgihts for S
pecialised Informa
tion, Knowledge and
New Technologies,
Vienna, August, 1995

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H04N 1/387
G06T 1/00 500